嘉兴广电 IP 城域网无源化建设与管理

摘　要：IPTV 的高清化、4K 化以及运营商高带宽业务对运营商网络的质量以及管理提出了越来越高的要求。本文介绍了嘉兴华数广电网络公司融合了多平台管理的无源化网络建设与应用推广。

关键词：IP 城域网；无源化改造；虚拟化；路由；管理平台
中图分类号：TP393.1　　文献标识码：A
文章编号：1671-0134（2018）07-055-03　　DOI：10.19483/j.cnki.11-4653/n.2018.07.014

文 / 沈锋　俞骁敏

概述

嘉兴华数广电网络公司为了积极响应国家“三网融合”“宽带中国”战略，网络覆盖范围不断扩大，接入传输和交换能力不断增强，而且随着互动业务向着高清化、4K 化、多元化发展，这些对 IP 城域网的稳定性和延展性提出了更高的要求。原有 IP 城域网络随着业务发展出现了以下问题：

（1）骨干以及接入网络面临质量和性能的瓶颈。

（2）设备功能单一，管理分散，远程管理能力较弱。

（3）维护人员需要学习不同的设备指令 (CLI) 来维护设备，很不方便。

（4）广电传统的 POP 机房条件简陋，非标准化问题突出。

近年来，嘉兴华数通过积极探索与实践，以网络的无源化改造为抓手，与智能网络管理系统结合运用，较好地解决了上述问题。

1. 无源化建设

1.1 现状分析

嘉兴华数四个核心机房分布在城区的四个方向，每个核心机房部署的核心交换机与汇聚交换机构成 IP 城域网的核心层 + 汇聚层网络，承担了嘉兴市区城域网业务的接收和转发业务。四个机房之间的核心层网络共同组成了嘉兴华数城域网的骨干网络。核心机房位于城区的四个方向，有利于城市环网的建设，但是，每个机房内大量的网络设备和分散的地理位置也给设备管理带来了一定的压力。核心层网络与省公司浙江华数的省干网络设备有大量的互联业务，这就需要两者之间建立大量的互联路由来维持通信工作，保证业务的正常运作。在 IP 城域网中，随着高带宽宽带业务和高清视频业务的规模化，原有的核心—汇聚—小区机房—LAN 光点（图 1）这种组网模式无论是接入模式还是硬件性能都已经无法满足高带宽业务的需求。广电原有的网络随着网络技术与业务需求的变化已经成为掣肘广电业务发展的一个重要因素，网改迫在眉睫。

1.2 城域网改造升级

为了解决网络质量和设备性能的瓶颈，提高网络的可管理性，降低网络维护的难度，提高网络各个节点的稳定性。嘉兴华数根据多年的运营和维护经验对 IP 城域网实施进行了改造升级。

城域网全面升级时的核心交换机与汇聚交换机主要使用了华为 S12712 和 S5720。在构建网络时使用设备集群技术，有效减少了管理设备的数量。核心设备利用 CCS2 技术（Cluste Switch System Generation2），通过交换网板直接依靠集群接口进行互联。四个核心机房中的核心层网络改造后，均使用两台华为 S12712 进行虚拟化组成集群，汇聚层网络采用两台华为 S5720 进行虚拟化组成集群（图 2）。

图 1　网络架构图

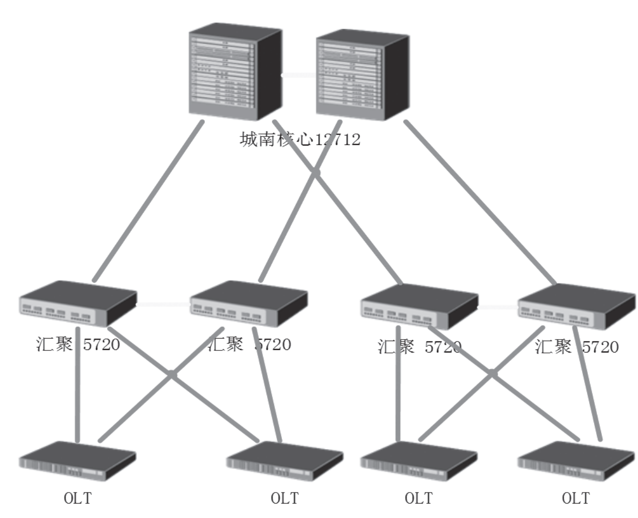


图 2　交换机集群

骨干网主要由一个中心机房、三个分机房组成，中心机房由一台核心交换机设备四路 10G 链路与省级网络互联，各个机房通过两台交换机堆叠虚拟化为一台设备互联，中心机房互联交换机下行与中心堆叠交换机和三水湾堆叠交换机互联。网络主要覆盖的业务为主营 IPTV 和宽带业务，宽带业务由核心机房和各个分中心机房各有两条 10G 的链路与部署在中心机房的两台 SR 拨号服务器互联做均衡负载实现，IPTV 业务在整个城域网中通过三层地址互联实现通信。中心、三水湾、河西、城南构成 4 个机房城域网骨干网络，内网 IGP 协议使用 IS-IS 互联，与外网互联使用 BGP 协议，内网骨干路由之间同时使用 IBGP 协议，所有核心上的不同 vlan 的业务地址段静态路由都引入 IS-IS 之中。

在 3 层交换中，为了节省地址，简化配置，在汇聚层交换机中所有的社区 IPTV 业务被划分为不同的 VLAN，每个 VLAN 分配了一个 21 位地址段，然后通过交换机上行口与核心互联，在核心上配置静态路由将这些分配的地址指向该汇聚交换机，最后在核心交换机上将这些静态路由导入到 IS-IS 路由表中。城域网中所有骨干之间的链路通过对 IS-IS 的配置能够对网络的变化迅速感知，可以使路由器快速地感知拓扑的变化并且重新计算路由，从而提高收敛速度。

1.3 接入网无源化建设

利用 EPON（Ethernet Passive Optical Network）技术，我们对嘉兴华数接入侧网络进行全面的升级。在核心机房部署 OLT 设备与汇聚层华为 S5720 互联，在用户侧部署 ONU 代替原有的小区楼道接入交换机，中间利用 ODN（Optical Distribution Network）网络进行传输。小区 POP 机房内拆除原有的汇聚交换机和光纤收发器模块，设置 ODF 框实现 ODN 网络的跳接。升级完成后，POP 机房内不再有网络业务的供电设备，实现无源化。OLT 的 PON 口支持 1:64 的分光比，在实际应用中，嘉兴华数采用 1:32 的分光比，相较于原有的 POP 机房 48 口汇聚交换机，OLT 支持的接入侧网络设备数量有巨大的提升，从而减少了汇聚设备的数量，节约了大量的管理 IP，方便了网络运维人员的管理。

1.4 建设以及成果

截至 2018 年 5 月底，嘉兴华数完成了四个核心机房 8 台华为 S12712 型交换机和 24 台华为 S5720 交换机的部署工作，每台设备配备冗余主控引擎，以及高密度万兆板卡和千兆板卡。每个机房的华为 S12712 和 S5720 分别组建集群，配置 ISIS 和 BGP 协议。与此同时，市区内的所有小区按计划有序地进行 POP 机房无源化改造工作，目前，城区所有小区 POP 机房无源化改造基本完成。POP 机房的无源化改造工作，解决了原来的 POP 机房环境问题，也减少了接入网有源设备的数量，进一步提升了接入网的质量。

（1）完成了嘉兴华数城域网的全面升级工作。核心层设备集群具备了 34.88T 的交换能力与 80G 的互联带宽，消除了设备的单点故障，满足嘉兴华数未来五年业务的发展需要。接入层利用 EPON 技术实现了无源化改造，有效减少了接入层的有源设备，提升了网络的可靠性。

（2）使用 ISIS 和 BGP 协议确保路由的稳定性。核心层网络采用 ISIS 和 IBGP 进行域内路由通信，使用 EBGP 进行域外路由寻址，大大减少了数据在城域网中通信的网络延迟，避免网络震荡，提高了网络的稳定性，提升了用户感知。

嘉兴华数积极推进双向网络建设，互动电视业务和云宽带业务用户规模增长迅速，截至本文撰写时嘉兴市区及乡镇共有 12 万户互动电视用户和 7 万云宽带用户。随着技术的进步，嘉兴华数业务发展迅速，互动电视从原有的标清节目发展到了高清节目并向 4K 逐渐演进，用户宽带业务从 10M 带宽发展到了 100M 带宽接入。

2.IP 城域网管理

2.1 城域网管理现状

硬件层面：核心机房内都有核心交换机、汇聚交换机以及 EPON 网络中的 OLT 设备，设备种类繁多，数量大且随着业务开展的需要将会不断地新增设备，设备管理工作面临着巨大的压力。

业务接入层面：随着高带宽业务和高清视频业务的推广接入设备网元数量以及业务量激增，对日常网络维护提出了更高要求，如何有效管理接入侧设备，提高用户的体验和感知是迫切需要解决的问题。

所以，随着嘉兴华数网络业务、设备、规模的不断扩展，网络管理越来越复杂，迫切需要一套统一的网络智慧管理系统（图 3），帮助运维人员高效的管理网络，为公司业务的正常运营提供保障。

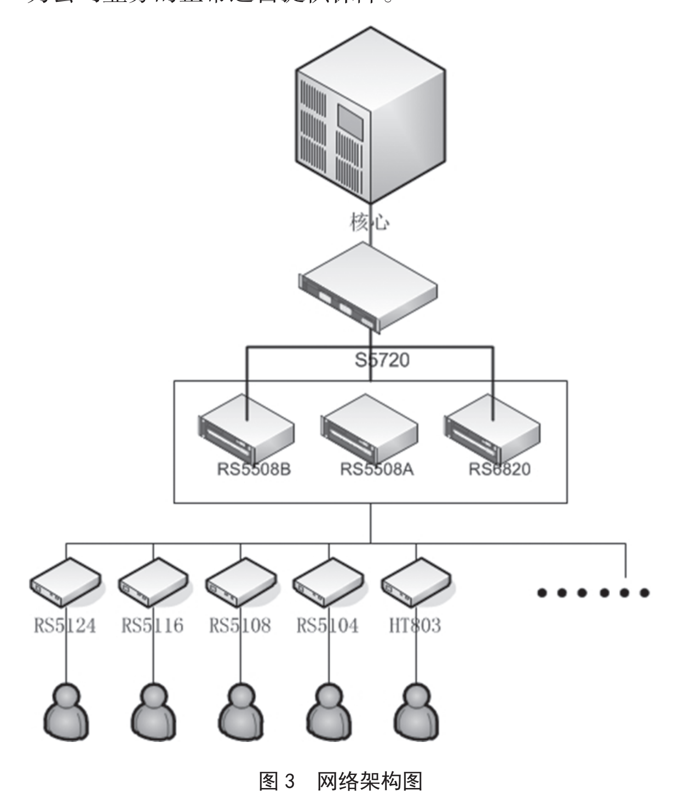


图 3　网络架构图

2.2 智能网管平台部署与应用

2.2.1 城域网管理 eSight

考虑到网络设备的多样性与丰富性，我们在构建网络的时候利用 SDN（Software Defined Network）规划，将设备的数据业务与管理功能分离，引入 eSight 智能网管平台协助网络运维。“以拓扑为中心，简化管理，提升运维效率”的管理理念，通过统一管理平台对网络中的

设备进行可视化操作。

在不同层次的网络配置不同的 IP 地址段加以区分，智能平台通过 SNMP 协议解析配置的 IP 网段地址，逐个针对有效 IP 地址发送 SNMP 连接请求，对于能正常收到 SNMP 响应报文的 IP 地址，则认为设备发现成功，从而实现平台对设备的自动发现，并将结果列表供运行维护中心的网络工程师选择需要加入的设备。然后，通过 LLDP 协议（Link Layer Discovery Protocol）、Sidebyside 链路和 MAC 转发表计算设备的逻辑链路，确定设备层次并添加到网络拓扑中。在城域网中通过 eSight 平台可以实现：

（1）故障的主动预防。

（2）维护全方位可视化诊断。

（3）设备的自动发现。

（4）业务的快速开通。

2.2.2 接入网管理 NNM

在接入网络中，为了对 EPON 网络进行更高效率、更便捷的管理，我们引入了 Nview NNM（Raisecom Nview Network Node Management System）智能网管平台。采用标准信管理网络（TMN）模型，自上而下主要分成业务管理层、服务管理层、网络管理层、网元管理层、网络网元层等。NView NNM 智能网管平台主要作用于 TMN 模型的网络管理层和网元管理层，向上对网络进行配置、控制和监督，向下管理传输网、接入网、数据的网元（图 4）。

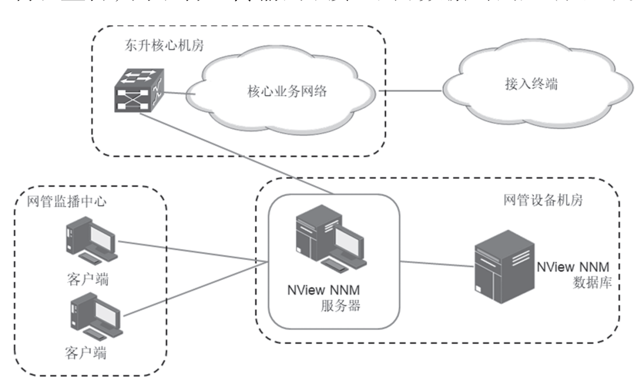


图 4　平台部署示意图

在每一台 OLT 上启用 SNMP 协议，通平台使得需要管理的 ONU（MSG）自动被平台（iTN）发现，并且根据 OLT 与 ONU 的创建关系生成拓扑，直观展示了设备之间的真实拓扑关系。OLT 通过 ONU 不同的端口标识（LLID）进行管理，节约设备管理 IP。所有发现设备会根据型号生成相应的可视化面板，如 RS5508 型 OLT，RS5108 型 ONU 可以直接通过面板进行 OLT 的业务配置，ONU 发现注册和 ONU 的业务下发。无需使用 CLI 命令行进行配置，减少了因为设备型号不同导致的配置命令的不同，并且支持模版批量导入，加快了运维人员设备的配置与业务更改。并且通过分权管理的方式，不同用户权限可以管理和进行的操作不同，防止平台数据被篡改或者误操作。

通过 NView 智能平台实现了：

（1）设备统一管理，降低建设投资成本。

（2）设备自动发现与业务快速保障。

（3）可视化界面与逻辑拓扑图（图 5），方便管理。

（4）实时监控，告警过滤，处置响应及时。

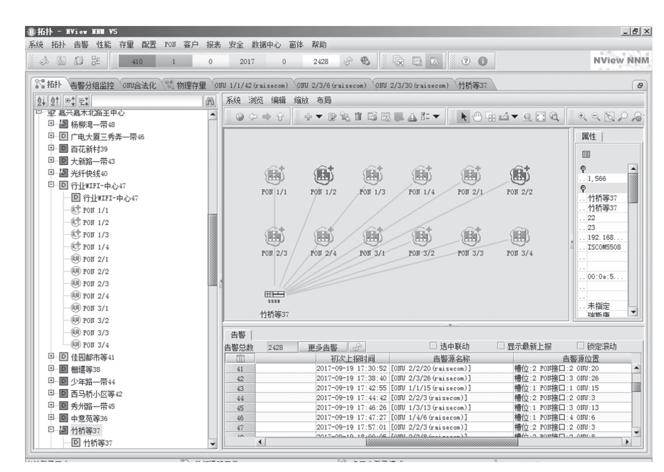


图 5　NView NNM 拓扑信息

（5）分权分域管理，保障运维安全。

2.3 应用

网管平台的使用使管理人员能够清楚地了解到在网设备的分布情况与槽位使用情况，方便网络改造与扩容。模块化设计使得各功能模块即插即用，满足不同的网络需求；分布式结构支持在线扩展网络管理能力，动态适应网络规模变化；专用的升级工具，升级前进行系统备份，为系统平滑升级提供了可靠保障。通过智能网管平台近一年的使用，将用户新业务开通时间由原来的 48 小时缩短到 12 小时，故障平均修复时间从原来的 3 小时缩短到 2 小时以内，每名网格经理可管理的网格规模从 3000 户提升到了 5000 户。

总结

嘉兴华数作为新一代广电数字电视业务和基础电信业务的综合运营商，对于网络建设与业务推广在考虑经济效益的同时积极考虑社会效益。对现有城域网的全面升级及智能网管平台的应用在提升业务竞争力的同时，提升了用户体验感知，积攒了良好的口碑，树立起了嘉兴华数广电的品牌形象。

全面升级后的网络可以全面支持广电 TVOS 系统部署；建立起全市范围内的应急广播系统，为广大市民应对突发事件提供宝贵的预警时间；支持 4K 超高清视频点播，为用户提供不一样的体验；IPV6 的应用部署，为 IPV6 全省推进有较好的示范。媒

参考文献

[1] 谢希仁. 计算机网络（第七版）[M]. 北京：电子工业出版社，2017.

[2] 王海，张娟，朱晓阳 .TCP/IP 协议族（第四版）[M]. 北京：清华大学出版社，2011.

（作者单位：浙江嘉兴华数广电网络有限公司）